Aus der Anatomischen Anstalt der Universität
München
Vorstand: Prof. Dr. H. Frick

MORPHOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DER MENSCHLICHEN HAND

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin

verfaßt und

einem Hohen Medizinischen Fachbereich

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Wehr

aus Bernkastel-Kues

München 1975

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546702_0015

Aus der Anatomischen Anstalt

der Universität München

Vorstand: Prof.Dr.H.Frick

MORPHOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DER MENSCHLICHEN HAND

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin
verfaßt und einem Hohen Medizinischen Fachbereich
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Wehr

aus Bernkastel-Kues

München

1975

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof.Dr.W.Spann

Referent: Priv.Doz.Dr.G.Ph.Schmidt

Tag der mündlichen Prüfung: 31.Juli 1975

Heidi und meinen Söhnen Christian und Stephan gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung und Problemstellung	1
B. Material und Methode	4
I. Material	4
II. Methode	5
III. Statistik	7
1. Allgemeine Übersicht	7
2. Schrittweise multiple Regressionen	10
C. Ergebnisse	15
D. Diskussion	19
E. Zusammenfassung	22

A. Einleitung und Problemstellung

GLUCK (1890) schlug als erster vor, bei einem posttuberkulös ankylosiertem Kniegelenk die Gelenkenden zu resezieren und diese durch Endoprothesen aus Elfenbein zu ersetzen. Doch wurde tatsächlich ein ausreichender Gelenkersatz erst vor 30 Jahren unter der Notwendigkeit geschaffen, bei Kriegsverletzten Gelenke wiederherzustellen.

Die Hand mit ihren Fingergelenken ist aufgrund ihrer Exposition besonders gefährdet. Als Werkzeug und Sinnesorgan wird sie in der Bewertung der Erwerbsunfähigkeit oder Verletzung betont berücksichtigt. Die Finger besitzen dabei aus funktionellen Gründen ausgeprägte Bedeutung. Der Verlust aller Finger wird in der Minderung der Erwerbsfähigkeit beinahe genauso gewertet, wie das Fehlen der ganzen Hand, da weder Griff noch Faustschluß möglich sind. (LANZ und WACHSMUTH, 1959)

Die wesentlichen Ursachen der Funktionsstörungen der Hand sind angeborene Fehlbildungen, traumatische und posttraumatische Funktionsstörungen, nervale Störungen, sowie tumoröse, entzündliche und degenerative Erkrankungen.

Besonders häufig beobachtet und behandelt werden in einer orthopädischen Klinik entzündlich degenerative Gelenkerkrankungen wie die progressiv chronische Polyarthritis, im fol-

genden kurz PCP abgekürzt (JÄGER u. WALCHER 1974). Bei dieser Krankheit ist die Hand die am häufigsten befallene Region. Da der Krankheitsgipfel bei den betroffenen Patienten schon im vierten Dezenium liegt, besteht somit eine außerordentlich wichtige sozialmedizinische Problemstellung (SCHETTLER 1970).

Die Destruktion der Gelenke zeigt bei der PCP je nach Schweregrad eine fortschreitende Gelenksdeformation mit Subluxtionen, Usuren, zystischen Aufhellungen der artikulierenden Knochen, Ankylose und schweren sekundären Osteoporosen (STURM 1968). Wenn die Zerstörung des Gelenkes soweit fortgeschritten ist, daß eine Frühsynovektomie nicht mehr möglich ist, eine Spätsynovektomie keine Aussicht mehr auf Erfolg hat, müssen die Fingergrund- und Fingermittelgelenke plastisch ersetzt werden. Die Indikation ist nach dem Grad der funktionellen Störung und schmerzhaften Einschränkung der Beweglichkeit zu stellen. (JÄGER u. WALCHER)

Die Erfolge der Chirurgie des Gelenkersatzes sind abhängig sowohl von der Asepsis und Anästhesie, als auch von technisch-biologischen Kenntnissen und Erfahrungen mit Implantationsstoffen (RUCKELSHAUSEN 1973).
HACKENBROCH (1974) gibt unter anderem an, daß die Formgebung anatomischen und biomechanischen Gegebenheiten Rechnung tragen muß, wenn durch eine zuverlässige Verbindung zwischen

Endoprothese und Knochen erreicht werden soll.

Aufgabe dieser Arbeit ist es, einen anatomischen Beitrag zu dieser Forderung zu leisten. Es wurde versucht, die Proportionen einzelner Phalangen, sowie ihre Relation untereinander und zur Hand nachzuweisen. Als Material dienten normale makroskopisch nicht pathologisch veränderte Hände aus dem Anatomischen Institut der Universität München.

Da die Phalangendicke bei der PCP nicht verändert wird und röntgenologisch meßbar ist, wäre es möglich unter Anwendung obiger Relationen die Phalangen und damit die Hand wenigstens rechnerisch zu rekonstruieren.

B. Material und Methode

I. Material

Es wurden Ende des Wintersemesters 1971/72 die Hände von Leichen des Anatomischen Instituts der Universität München abgesetzt. Dabei erfolgte keinerlei Auswahl nach irgendwelchen Kriterien. Bei der Materialgewinnung wurde jedoch darauf geachtet, daß keine makropathologischen Veränderungen an den Händen vorhanden waren.

Beschreibung des Materials:

Anzahl der Hände von männlichen Personen		36
weiblichen Personen		14
Anzahl der rechten Hände der Probanden		
	männlich	21
	weiblich	2
Anzahl der linken Hände der Probanden		
	männlich	15
	weiblich	12
Durchschnittsalter der Probanden		
	männlich	60 Jahre
	weiblich	74 Jahre
Jüngstes Sterbealter der Probanden		
	männlich	33 Jahre
	weiblich	63 Jahre

Ältestes Sterbealter der Probanden

männlich	85 Jahre.
weiblich	87 Jahre

II. Methode

1. Absetzen der Hände:

   Die Hände wurden proximal des Handgelenks abgesetzt, ohne das Gelenk zu verletzen. Hierdurch blieben die Meßpunkte erhalten.

2. Messen der Handlänge und Handbreite an der unpräparierten Hand nach MARTIN-SALLER 1959.

   a) Länge der Hand: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes einer der beiden Stylia (Meßpunkt 1 und 2 Abb. 1) des Unterarms verbindenden Linie vom Dactylion des Mittelfingers (Meßpunkt 4 Abb. 1).

   b) Breite der Hand: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Metacarpale radiale vom Metacarpale ulnare (Meßpunkt 5 und 6 Abb. 1) bei gestreckten Fingern über dem Handrücken gemessen.

3. Präparation der Phalangen sowie des os metacarpale pollicis.

   Die Phalangen wurden freipräpariert, Gelenkbänder am Ansatzpunkt mit der Schere abgetrennt, Sehnenansätze

sowie Periost mit dem Rasparatorium entfernt.
Die Knorpelschicht der Gelenkoberfläche blieb erhalten.

4. Messungen an den Phalangen

Es wurden von nachstehenden Knochen folgende Maße bestimmt:

a) os metacarpale pollicis — Abb. 2

phalanx proximalis pollicis
phalanges prox. digiti II-V — Abb. 3

phalanges mediae digiti II-V — Abb. 4

aa) Länge (Maß 1)

ab) Durchmesser in der Mitte der Phalanx radial-ulnar (Maß 2)
volar-dorsal (analog Maß 2)

ac) Gelenkkopfdurchmesser
proximal radial-ulnar (Maß 3)
volar-dorsal (analog Maß 3)
distal radial-ulnar (Maß 4)
volar-dorsal (analog Maß 4)

b) phalanges distalis digiti I-V — Abb. 5

ba) Länge (Maß 1)

bb) Gelenkkopfdurchmesser
radial-ulnar (Maß 2)
volar-dorsal (analog Maß 2)

5. Angaben über Geschlecht, Alter, Beruf und Körpergröße wurden den Unterlagen des Anatomischen Instituts entnommen.

6. Dokumentation.
   Alle erhaltenen Werte und Angaben wurden in einer Karte festgehalten. (siehe Dokumentationskarte)

III. Statistik

1. Allgemeine Übersicht
   Zunächst wurde versucht, eine allgemeine Übersicht über die Beziehungen der einzelnen Meßgruppen unter sich zu gewinnen.

   a) Verfahren
      Die Berechnungen wurden mit dem Statistik-Programm PO 32 des IMD durchgeführt.

   b) Prinzip
      Berechnung der Regressionskoeffizienten sowie der Korrelationskoeffizienten aller Meßgruppen.
      Es wurde eine paarweise Berechnung der Regressionskoeffizienten 1 und 2 sowie der Korrelationskoeffizienten von M Variablen der vorgegebenen Datenmenge durchgeführt. Geprüft wurde, ob sich die berechneten Korrelationskoeffizienten signifikant von 0 unterscheiden unter der Annahme, daß

die Grundgesamtheit, der die Stichprobe entstammt, normalverteilt ist, wobei die Geigy-Tabelle zugrunde gelegt wurde.

Ausgabe des Programms: Variablenmittelwert
Standardabweichung
Varianz

jeder Meßwertgruppe.

Die errechneten Werte wurden in eine Tabelle eingetragen, wobei jedoch nur solche Meßgruppen Berücksichtigung fanden, welche eine Signifikanz aufweisen konnten. Tabelle 1

c) Rechengang

Gegeben: Anzahl der Variablen

$j = 1, M$

Anzahl der Fälle

$i = 1, N$

$$\begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \cdots\cdots\cdots & x_{1M} \\ \vdots & & & \\ x_{N1} & x_{N2} & \cdots\cdots\cdots & x_{NM} \end{matrix}$$

Mittelwerte

$$\bar{x}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} x_{ij}$$

Varianzen

$$VC_{jj} = \frac{1}{N-1} \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Kovarianzen

$$VC_{jk} = \frac{1}{N} \sum (x_{ij}-\bar{x}_j)\ (x_{ik}-\bar{x}_k$$

Standardabweichungen

$$S_j = \sqrt{C_{jj}}$$

Korrelationskoeffizienten

$$c_{jk} = \frac{VC_{jk}}{\sqrt{VC_{jj} \cdot VC_{kk}}}$$

d) Prüfung der Korrelationskoeffizienten auf Signifikanz gegen Null

Die Korrelationskoeffizienten werden unter der Voraussetzung der Normalverteilung auf Signifikanz gegen Null geprüft durch Vergleich mit den tabellierten R-Werten (Geigy-Tabelle) für N-2 Freiheitsgrade von 5 % bzw. 1 %.

Es bedeutet:

- kein signifikanter Unterschied gegen Null
x auffälliger Unterschied gegen Null (5 % Fehlerwahrscheinlichkeit)
xx signifikanter Unterschied gegen Null (1 % Fehlerwahrscheinlichkeit)

Tabelle 2

2. Schrittweise multiple Regressionen.

a) Verwendete Korrekturgrößen.

Als Korrekturgrößen wurden nur jene Meßgruppen herangezogen, die an einer erkrankten Hand selten pathologische Veränderungen zeigen. Sie sind im Röntgenbild meßbar. Es galt die Größe jener Meßgruppen zu berechnen, welche durch krankhafte Veränderungen an den Phalangen und deren Gelenken neu zu bestimmen waren. Unveränderliche Meßwerte, die als Korrekturgrößen herangezogen wurden:

Handbreite
Handlänge
Körpergröße
Durchmesser in der Mitte der
os metacarpale pollicis radial-ulnar
Phalangen radial-ulnar
volar-dorsal

b. Verfahren.

Die Rechnungen wurden mit dem Statistik-Programm P032 des IMD durchgeführt.

c. Prinzip.

Wenn man keine Angaben über die Phalangen des betreffenden Patienten hat, muß man als Schätzwert für die betreffenden Größen den Mittelwert verwenden.

Es wird nun versucht, durch gezielte zusätzliche Messungen am Patienten den Schätzwert zu verbessern, indem aus diesen Messungen Korrekturen am Durchschnittswert angebracht werden. Das Programm sucht an Hand des Patientenkollektivs schrittweise nacheinander die Meßgrößen heraus, die den größten zusätzlichen Genauigkeitsgewinn bringen:

Als erste Korrekturgröße wird die Variable verwendet, die mit der gesuchten Größe am besten korreliert.

Als jeweils nächste Korrekturgröße wird die Variable verwendet, die

möglichst <u>wenig</u> mit den schon bisher verwendeten Variablen korreliert

möglichst <u>hoch</u> mit der gesuchten Variablen korreliert, d.h., die zusätzlich zu den bisher verwendeten Variablen den größten Informationsgewinn bringt.

(Geometrisch gesprochen: Als jeweils nächste Komponente wird die ausgewählt, deren auf allen bisherigen Komponenten orthogonaler Anteil mit der Zielvariablen am besten korreliert.)

Die Suche nach weiteren Variablen wird abgebrochen, wenn keine weitere signifikante Verbesse-

rung des Schätzwertes mehr zu erreichen ist.
Als Ergebnis liefert das Programm die von ihm ausgewählten Komponenten $v_1 \ldots\ldots v_k$ sowie die Korrekturen, die jede dieser Komponenten zur Verbesserung des Schätzwertes der Zielgröße bringt:

$$y = \bar{y} + a \quad (x \quad - \bar{x} \quad) + a \quad (x \quad - \bar{x} \quad)$$

$$+ \ldots\ldots$$

Dabei ist $\bar{y}$ der Mittelwert der Zielgröße, x sind die Mittelwerte der zur Korrektur verwendeten Komponenten, a sind die vom Programm bestimmten Korrekturfaktoren, und x sind die am Patienten zu bestimmenden Messungen.
Das Programm zieht alle konstanten Glieder zu einer Konstanten zusammen:

$$y = C + a \quad k \quad + a \quad x \quad + \ldots\ldots$$

und gibt die Werte für C und a aus. Sie werden in Tabelle 3 bzw. 4 mitgeteilt einschließlich der dabei zu erwartenden Standardfehler.
In Tabelle 3 sind die Programmläufe dargestellt, bei denen dem Programm alle zur Verfügung stehenden (und unter oben genannten) Komponenten zur Auswahl angeboten wurden.
In Tabelle 4 ist dargestellt, daß dem Programm neben Handbreite, Handlänge, Körpergröße jeweils

nur die Komponenten zur Auswahl angeboten wurden, die zum selben Fingerglied gehören.

d) Gebrauchsanweisung der Tabellen 3 + 4

$y = C + a \quad x \quad + a \quad x \quad + \ldots\ldots$

wobei die x ... x am Patienten gewonnenen Meßwerte und die C und a .... a der Tabelle zu entnehmen sind.

Welche ... in Frage kommen, d.h. welche Größen zu messen und zur besseren Schätzung von y zu verwenden sind, geht aus der Tabelle hervor: es sind die Größen für die ein a angegeben ist.

Beispiel:

Zu errechnen sei die Länge des os metacarpale pollicis, (Werte aus Dokumentationsschema).h. nach unserer Zählung y_{24}. Dabei soll Tabelle 3 verwendet werden.

Nach dieser Tabelle sind am Patienten zu messen

x_2 Handlänge

x_3 Körpergröße

x_9 Durchmesser in der Mitte des os metacarpale pollicis radial-ulnar

Daraus kann man die gesuchte Größe schätzen nach

$$y_{24} = -2{,}07 + 0{,}11\ x_2 + 0{,}02\ x_3 + 1{,}13\ x_9$$

nach Einsetzen der gemessenen Werte ergibt sich:

$y_{24} = -2{,}07 + 0{,}11 \times 19{,}4 + 0{,}02 \times 165 + 1{,}13 \times 1{,}3$

$y_{24} = 4{,}833$

Demgegenüber ist die tatsächlich gemessene Größe = 4,8 cm. Man begeht also einen Fehler von + 0,033 cm. Würde man als Schätzwert jedoch einfach den Mittelwert über unser Patientenkollektiv als Korrektur nehmen, betrüge der Fehler 0,373 cm.

In der Tabelle 3 bzw. 4 ist der

Standardfehler 1 = Standardfehler des Mittelwerts und der

Standardfehler 2 = Standardfehler für die durch Regression entstandenen Schätzwerte

angegeben. In dem oben gerechneten Beispiel verringert sich der Standardfehler 1 von 0,35 auf Standardfehler 2 0,16. Hier ist also im Mittel eine Verminderung des Fehlers um einen Faktor 2 zu erwarten.

C. Ergebnisse

I. Tabelle 1

1. Bei den Phalangen sind die Grundglieder länger als die Mittelglieder; Mittelglieder länger als Nagelglieder.

2. Vergleich der Länge der Grund-, Mittel- und Endglieder unter sich in der Reihenfolge von der größten zur geringsten Länge.

   a) Grundglieder männlich und weiblich:
   Mittelfinger-Ringfinger-Zeigefinger-Kleinfinger

   b) Mittelglieder männlich und weiblich:
   Mittelfinger-Ringfinger-Zeigefinger-Kleinfinger

   c) Endglieder

      ca) weiblich:
      Mittel- und Ringfinger gleichlang-Zeigefinger-Kleinfinger.

      cb) männlich:
      Ringfinger-Mittelfinger-Zeigefinger-Kleinfinger
      Da hier das Ringfingernagelglied nur um 0,07 cm länger ist als das Mittelfingernagelglied, kann man wegen dieser geringen Differenz von gleicher Länge sprechen.

Diese Längenverhältnisse der Phalangen stimmen mit den Ergebnissen von FICK (1926) überein.

II. Tabelle 2

1. Männer:

a) Die Handbreite korreliert mit Handlänge, Körpergröße und den Phalangenlängen. Nur die Länge der Endphalangen bei den Mittel-, Ring- und Kleinfingern weist hier keine Korrelation auf.

b) Die Handlänge korreliert mit allen Werten signifikant.

c) Die Körpergröße korreliert mit allen Werten außer D IV 3.

d) Phalangenlängen der Grund-, Mittel- und Endphalangen korrelieren unter sich.

2. Frauen:

a) Die Handbreite korreliert mit keinem Wert.

b) Die Handlänge korreliert mit allen Werten signifikant.

c) Die Körpergröße zeigt ein unregelmäßiges Erscheinungsbild. Während mit einigen Meßgrößen Korrelationen bestehen ergibt sich bei anderen kein signifikanter Unterschied.

d) Phalangen der Grund-, Mittel- und Endphalangen korrelieren unter sich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die einzelnen Meßgruppen untereinander korrelieren, und die Hand morphometrisch erfaßbar ist. Diese Aussage trifft bei den Männern zu. Das weibliche Geschlecht besitzt eine geringere Einheitlichkeit der Ergebnisse, was auf die geringe Zahl des Untersuchungsmaterials zurückgeführt wird.

III. Tabelle 3

1) Die Länge der Phalangen sowie die des os metacarpale pollicis korrelieren mit der Handlänge.

2) Der proximale Gelenkdurchmesser der Grundphalangen sowie des os metacarpale pollicis korrelieren mit der Handbreite.

3) Der distale Gelenkkopfdurchmesser radial-ulnar korreliert bei Digiti I, II, und III mit der Handbreite.

IV. Tabelle 4

Hier wurde der Versuch unternommen durch vorgegebene Werte, die sinngemäß mit der zu berechnenden Größe in

Zusammenhang stehen, bessere Ergebnisse zu erzielen. Die Tabelle zeigt ähnliche Zusammenhänge wie Tabelle 3.

Nach Tabelle 3 bzw. 4 kann annähernd bestimmt werden:

1) Länge der Grundphalangen sowie des os metac. pollicis;

2) Länge der Mittelphalangen;

3) Länge der Endphalangen;

4) Die Durchmesser des proximalen Gelenkkopfes der Grundphalangen sowie des os metacarpale pollicis.

Es kann festgestellt werden, daß die Handlänge und somit auch die Länge der Phalangen von der Körpergröße abhängig sind. Die Durchmesser der Gelenkköpfe scheinen eine Beziehung zur Handbreite zu haben.

D. Diskussion

Nicht ohne Einflüsse auf die Ergebnisse der Arbeit dürfte das Alter der Probanden sein, deren Hände zur Auswertung herangezogen wurden. Es betrug bei Männern 64 Jahre, bei Frauen 74 Jahre. Leider war es nicht möglich, Untersuchungsmaterial in größerem Umfang aus dem Lebensjahrzent zu erhalten, in dem Patienten an PCP erkranken.
In der Literatur konnte keine Veröffentlichung gefunden werden, die Angaben über die Formveränderungen der Hand des Erwachsenen im Vergleich zum greisen Menschen enthält. RUNGE (1944) weist Proportionsänderungen der Hand während der Ontogenese nach. Er stellt ein "Spitzerwerden" der ganzen Hand fest. Dieser Vorgang soll von der praenatalen Lebensphase bis ins Greisenalter währen. Er betont, daß die Handform des Erwachsenen sich weniger ändere als bei Föten und beim Jugendlichen. Da in der Arbeit keine Zahlen und Meßwerte angegeben sind, ist ein genauer Vergleich nicht durchführbar.

Bei meinen Untersuchungen ging ich davon aus, daß die Hand des Erwachsenen keine wesentlichen altersbedingten Formveränderungen mehr erfährt.
Linke und rechte Hände wurden nicht gesondert erfaßt, was aufgrund der Arbeit von KADANOFF u.a. (1971) vertre-

ten werden kann. Letztgenannte Autoren ziehen aus ihren Untersuchungen den Schluß, daß die rechte Hand im Allgemeinen und bei der Mehrzahl der Individuen des untersuchten Kollektivs in einem relativ geringen Grade größer ist als die linke. Sie erklären diese Tatsache damit, daß die rechte Hand bei den Rechthändern häufiger Bewegungen ausführt.

Die ehedem tatsächlich ausgeübten Berufe der Probanden konnten nur teilweise ermittelt werden. Eine vorwiegend körperliche Arbeit konnte bei 20 % der Probanden festgehalten werden. Weitere 20 % der Probanden scheinen vorwiegend Berufen ohne körperliche Tätigkeit nachgegangen zu sein. Bei den übrigen 60 % handelt es sich um Rentner. Hier konnte der frühere Beruf nicht ermittelt werden.

BREZINA u.a. (1922) stellten in einer Untersuchung über die Dimensionen der Hand bei verschiedenen Berufen fest, daß die manuelle Arbeit auf Handbreite und -dicke einen bedeutenden Einfluß ausübt. Die Handlänge ist jedoch davon nicht nennenswert betroffen. Diese Aussage wird durch die Tatsache eingeschränkt, daß bei der Berufswahl nicht nur der Zufall, sondern auch die Neigung und Eignung eine entscheidende Rolle spielen. So wird zum Beispiel nur ein sehr kräftiges Individuum den Beruf des Schmiedes ergreifen. Nach KOLLMANN (1903) kommen breite

Hände oft zusammen mit breiten Gesichtern vor und schmale Hände mit schmalen Gesichtern. Es scheint also, daß die Handbreite eher mit der Konstitution als mit dem ausgeübten Beruf zusammenhängt.

Die Längen der Phalangen stehen untereinander in einer bestimmten Beziehung. So sind die Grundglieder länger als die Mittelgklieder, diese wieder länger als die Nagelglieder. Auch stehen die einzelnen Finger untereinander in einer bestimmten Beziehung. Diese Tatsachen sind selbstverständlich und zudem bekannt (FICK).
Interessant ist, daß bei den männlichen Individuen die Phalangenlänge mit der Länge der gesamten Hand und der Körpergröße korreliert, sodaß es möglich ist, auf Grund der Kenntnis einer einzigen Phalanx die anderen Werte zu berechnen. Bei den weiblichen Individuen konnte diese weitgehende Aussage nicht getroffen werden, wohl deshalb, weil hier die Anzahl der Probanden zu gering war.

Weiterhin korrelieren der proximale Gelenkdurchmesser der Grundphalangen und des os metacarpale I mit der Handbreite. Auf Grund dieser Befunde scheint die Behauptung berechtigt, daß die durch die PCP veränderten Teile der Hand mit Hilfe anderer Maße, wie Körpergröße oder Handbreite, im nachhinein wenigstens rechnerisch rekonstruierbar sind.

F. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen die Hand morphometrisch zu erfassen. Das Ziel war die Länge einer Phalange und die Durchmesser ihrer Gelenkköpfe aus der Phalangendicke zu berechnen. Die Ergebnisse sollten es der Gelenkchirurgie ermöglichen, adäquate Gelenke endoprothetisch herzustellen. Von Leichen des Anatomischen Instituts der Universität München wurde das Material abgesetzt, wobei die Auswahl ohne Rücksichtnahme auf irgendwelche Kriterien erfolgte. An den freipräparierten Phalangen wurden die Maße bestimmt und in ein Dokumentationsschema eingetragen. Mit Hilfe des Instituts für Medizinische Datenverarbeitung führte ich die statistischen Berechnungen durch und stellte zunächst eine allgemeine Übersicht über die Beziehungen der einzelnen Meßgruppen untereinander her.

Durch schrittweise multiple Regression wurde versucht, den Schätzwert der zu berechnenden Größen zu verbessern. Dieses Ziel wurde nicht erreicht. Es konnte lediglich festgestellt werden, daß Körpergröße, Hand- und Phalangenlänge in einer Wechselbeziehung stehen. Ebenso konnte die Hypothese aufgestellt werden, daß die Durchmesser der Gelenkköpfe mit der Handbreite korrelieren.

Literaturverzeichnis

1) Brezina, E.
Lebzelter, V.
Über die Dimensionen der Hand bei verschiedenen Berufen in: Arch. Hyg. 92, 53-59 (1922)

2) Fick, R.
Maßverhältnisse an den oberen Gliedmaßen des Menschen und den Gliedmaßen der Menschenaffen. Sitz. Ber. Preuß. Akad. Wiss. 30, 1-417 (1926)

3) Gluck, Th.
Die Invaginationsmethode der Osteo- und Arthroplastik in: Berlin klin. Wschr. 27, 732-752 (1890)

4) Hackenbroch, M.
Der heutige Stand des Gelenkersatzes in: Münch. med. Wschr. 116, 247-258 (1974)

5) Jäger, M.
Walcher, K.
Orthopädische Probleme der funktionsgestörten Hand in: Münch. med. Wschr. 116, 247-258 (1974)

6) Kadanoff, D.
Tschalmanov, W.
Faytondjieva, Z.
Über Symmetrie und Asymmetrie der männlichen Hand in: Gegenbaurs morph. Jahrb., Leipzig, 116, 231-240 (1971)

7) Kollmann, J.
Die Rassenanatomie der Hand und die Persistenz der Rassenmerkmale in: Arch. f. Anthr. 28, 91-141 (1903)

8) Lanz v., T. Wachsmuth, W. — Praktische Anatomie, Bd. 1, 3. Teil, Berlin 1959

9) Martin, R. Saller, K. — Lehrbuch der Anthropologie, Bd. 2, Stuttgart 1959

10) Ruckelshausen, M.C. — Technische Entwicklung der Hüftendoprothesen in: Der totale Hüftgelenkersatz, 1-14, Stuttgart (1973 a)

11) Runge, H. — Die ontogenetischen Proportionsänderungen der Hand. Med. Diss., Göttingen 1944

12) Schettler, G. — Innere Medizin, Stuttgart 1970

13) Sturm, A. — Grundbegriffe der Inneren Medizin und Neurologie, Stuttgart 1968

Lebenslauf

Am 3. Mai 1937 wurde ich in Bernkastel-Kues an der Mosel als Sohn des Karl Wehr und seiner Ehefrau Antonia geb. Entrup geboren.

1943 - 1947	Volksschulausbildung.
1947 - 1949	Besuch des Gymnasiums in Bernkastel.
1949 - 1956	Besuch des Gymnasiums in Traben-Trarbach.
1956 - 1959	Banklehre bei der Rheinischen Girozentrale Provinzialbank, Düsseldorf.
1959 - 1968	Offizier bei der Luftwaffe.
1967	Prüfung für die Zulassung zum Hochschulstudium ohne Reifezeugnis am Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus.
1968 - 1973	Studium der Zahnmedizin an der Universität München.
1.8.1973	Bestallung als Zahnarzt.

Seit dem 7.7.1962 bin ich verheiratet und habe zwei Kinder.

Für die freundliche Überlassung des Themas bin ich Herrn Prof.Dr.H.Frick verpflichtet. Herr Priv.Doz.Dr. G.Schmidt und Herrn Priv.Doz.Dr.K.Wilhelm danke ich für Rat und Hilfe bei meiner Arbeit, ebenso dem Institut für Medizinische Datenverarbeitung der Gesellschaft für Strahlen-und Umweltforschung, das Beratung und Auswertung der statistischen Probleme durchführte. Hier nahm sich in dankenswerter Weise Herr Dipl.Phys.Herrmann meiner an. Herr Nüssel und Herr Ruß vom Anatomischen Institut führten freundlicherweise einen großen Teil der graphischen Darstellungen aus.

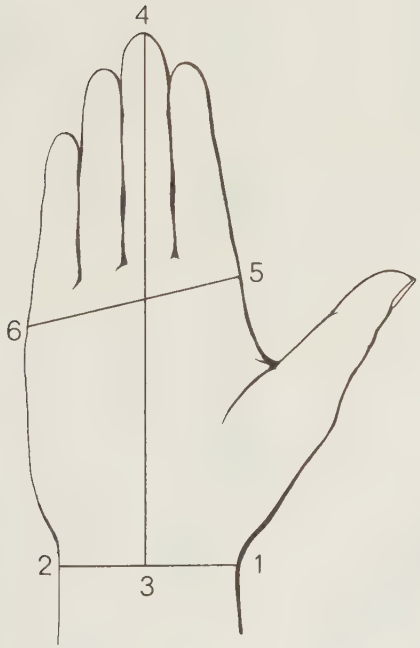

Abb.1 Meßpunkte der Hand
Erklärung der Meßpunkte 1-6 im Text

Abb.5 Endphalanx D_{II}

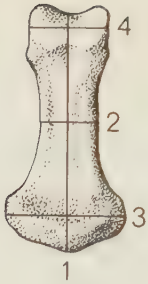

Abb.4 Mittelphalanx D_{II}

Abb.3 Grundphalanx D_{II}

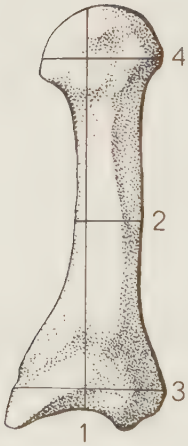

Abb. 2 Metacarpale I

Abb.2-5 Meßstrecken der Phalangen
und des Metacarpale I

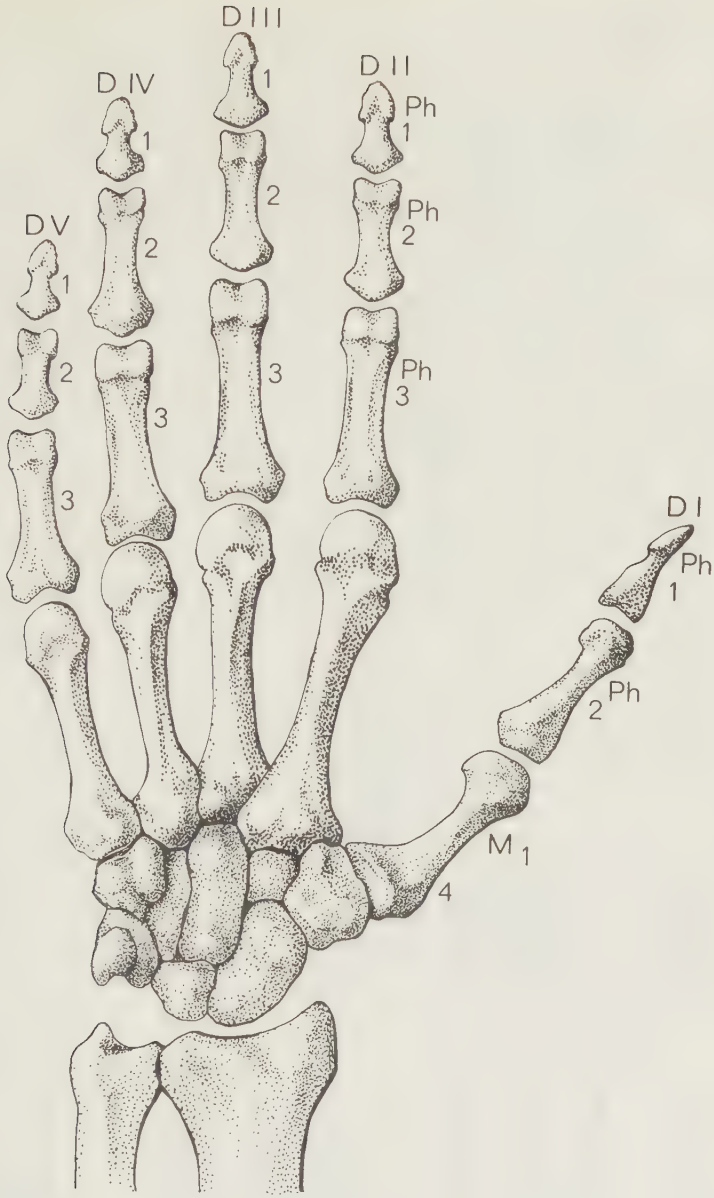

Abb.6 Zur Messung herangezogene Skeletteile der Hand

Handnummer 239 Geschlecht ♂ Alter

I. Handbreite 7,7 II. Handlänge 19,4 III. Körpergröße 165,0

	I	II	III	IV	V
IV. Grundphalanx und os metacarpale pollicis					
A. Länge	4,8	4,1	4,4	4,2	3,4
B. Durchmesser 1. volar-dorsal	0,9	0,7	0,8	0,8	0,6
2. radial-ulnar	1,3	1,0	1,1	1,0	1,0
C. Gelenkkopfdurchm. 1.prox a.volar-dorsal	1,7	1,2	1,3	1,2	1,0
b.radial-ulnar	1,9	1,6	1,7	1,6	1,6
2.dist a.volar-dorsal	1,3	0,8	0,9	0,8	0,7
b.radial-ulnar	1,8	1,2	1,3	1,3	1,1
V. Mittelphalanx und phalanx prox. pollicis					
A. Länge	3,0	2,4	2,9	2,8	2,0
B. Durchmesser 1. volar-dorsal	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5
2. radial-ulnar	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8
C. Gelenkkopfdurchm. 1.prox a.volar-dorsal	1,2	1,0	1,1	1,0	0,9
b.radial-ulnar	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3
2.dist a.volar-dorsal	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5
b.radial-ulnar	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0
VI. Endphalanx					
A. Länge	2,4	1,8	1,9	2,1	1,8
B. Gelenkkopfdurchm. 1. volar-dorsal	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7
2. radial-ulnar	1,6	1,2	1,2	1,2	1,0

Schema einer Dokumentationskarte.

	♀				♂		
	Mittelw.	Stdabw.	Varianz		Mittelw.	Stdabw.	Varianz
Handbreite	6,95	0,43	0,19		7,54	0,44	0,19
Handlänge	19,06	1,02	1,04		19,91	1,09	1,18
Körpergröße	163,21	6,35	40,34		170,34	8,01	64,12
Länge M I	4,46	0,35	0,12		4,79	0,31	0,10
" D II 3	4,00	0,30	0,09		4,13	0,24	0,06
" DIII 3	4,42	0,31	0,10		4,55	0,23	0,05
" D IV 3	4,10	0,23	0,05		4,26	0,26	0,07
" D V 3	3,29	0,20	0,04		3,45	0,28	0,08
" D I 2	3,02	0,26	0,07		3,21	0,20	0,04
" D II 2	2,46	0,22	0,05		2,57	0,19	0,04
" DIII 2	2,94	0,21	0,05		3,07	0,19	0,04
" D IV 2	2,83	0,23	0,04		2,93	0,26	0,07
" D V 2	2,o3	0,19	0,04		2,15	0,27	0,07
" D I 1	2,23	0,19	0,04		2,44	0,17	0,03
" D II 1	1,77	0,15	0,02		1,85	0,10	0,01
" DIII 1	1,88	0,15	0,02		1,95	0,13	0,02
" D IV 1	1,88	0,17	0,03		2,02	0,14	0,02
" D V 1	1,71	0,10	0,01		1,83	0,12	0,02

Tabelle 1

♀ \ ♂	Handbreite	Handlänge	Körpergröße	Länge M I	" D II 3	" D III 3	" D IV 3	" D V 3	" D I 2	" D II 2	" D III 2	" D IV 2	" D V 2	" D I 1	" D II 1	" D III 1	" D IV 1	" D V 1
Handbreite		++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	+	+	++	+	—	—	—
Handlänge	—		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
Körpergröße	—	+		++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	++	++	++	—	+
Länge M I	—	++	—		++	++	++	++										
" D II 3	—	++	++	++		++	++	++										
" D III 3	—	++	+	++	++		++	++										
" D IV 3	—	++	—	++	++	++		++										
" D V 3	—	++	—	++	++	++	++											
" D I 2	—	++	++							++	++	++	++					
" D II 2	—	++	+						++		++	++	++					
" D III 2	—	++	—						++	++		++	++					
" D IV 2	—	++	—						++	++	++		—					
" D V 2	—	+	—						++	++	++	+						
" D I 1	—	++	++												++	+	—	++
" D II 1	—	+	—											+		++	++	+
" D III 1	—	++	+											++	++		++	—
" D IV 1	—	++	+											++	+	++		—
" D V 1	—	+	—											++	+	++	+	

Tabelle 2

Tabelle 3

Y	ZIELGR	DIG	HBR Const.	HBR x 1	HLA x 2	KGR x 3	DURCHMESSER OS METACARPALE POLLICIS GRUNDPHALANGEN VOLAR–DORSAL I x 4	II x 5	III x 6	IV x 7	V x 8	RADIAL–ULNAR I x 9	II x 10	III x 11	IV x 12	V x 13	DURCHMESSER PHALANX PROXIMALIS POLLICIS MITTELPHALANGEN VOLAR–DORSAL I x 14	II x 15	III x 16	IV x 17	V x 18	RADIAL–ULNAR I x 19	II x 20	III x 21	IV x 22	V x 23	I	II
y 24	LÄNGE	I	-2,07		0,11	0,02						1,13															0,35	0,16
y 25		II	0,20		0,20																						0,26	0,13
y 26		III	0,87		0,18											-0,86								0,97			0,26	0,13
y [illegible])		IV	0,73		0,16																				1,56	-1,28	0,26	0,16
y 28		V	-0,90		0,18						1,18																[illegible]	[illegible]
y 29	OS METACARPALE POLLICIS UND GRUNDPHALANGEN, GELENKKOPFDURCHMESSER, PROXIMAL, VOLAR–DORSAL	I	0,65	0,14																							0,14	0,13
y 30		II	0,29	0,13																							0,10	0,05
y 31		III	0,46											0,40			0,55										0,09	0,07
y 32		IV	0,55	0,08																							0,08	0,07
y 33		V	0,54								0,39						0,39										0,08	[illegible]
y 34		I	0,10	0,22																							0,17	0,13
y 35		II	0,16	0,13									0,58														0,13	0,08
y 36		III	0,11	0,12							0,50						0,62										0,13	0,07
y 37		IV	0,40	0,11			0,44																				0,12	0,09
y 38		V	0,49															0,54				0,73					[illegible]	[illegible]
y 39		I	0,53													1,30											0,19	0,17
y 40		II	0,04	0,06										0,31													0,07	0,05
y 41		III	0,49														0,49										0,06	0,05
y 42		IV	0,25															0,36	0,53								0,07	0,05
y 43		V	0,25													0,47											0,07	0,06
y 44		I	0,14	0,13								0,48															0,15	0,12
y 45		II	0,09	0,10									0,41														0,09	0,06
y 46		III	0,36									0,29		0,52													0,10	0,07
y 47		IV	0,48	0,10																							0,10	0,09
y 48		V	0,38										0,63														0,09	[illegible]
y 49	LÄNGE	I	-0,23		0,17																						0,23	0,12
y 50		II	-0,42		0,15																						0,20	0,11
y 51		III	0,04		0,15																						0,21	0,12
y 52		IV	0,46		0,12																						0,25	0,21
y 53		V	-1,45		0,15						1,04																0,25	0,16
y 54		I	-0,01		0,07																						0,12	0,10

Variable	Merkmal	Finger									
y 55	PHALANX PROXIMALIS POLLICIS UND MITTELPHALANGEN – GELENKKOPFDURCHMESSER – PROXIMAL – VOLAR-DORSAL	II	0,17		0,03					0,07	0,05
y 56		III	0,02		0,03		0,28			0,08	[illegible]
y 57		IV	0,60	0,06			0,36			0,08	0,07
y 58		V	0,51	0,05						0,07	[illegible]
y 59	RADIAL-ULNAR	I	0,30							0,15	0,10
y 60		II	0,25				0,84	0,85 0,54	0,96	0,12	0,08
y 61		III	0,32				0,71	0,64		0,12	0,08
y 62		IV	0,68					0,50	0,46	0,10	0,08
y 63		V	0,71				0,59			0,09	[illegible]
y 64	DISTAL – VOLAR-DORSAL	I	-0,13	0,09				0,50		0,09	0,07
y 65		II	-,--							-,--	-,--
y 66		III	-,--							-,--	-,--
y 67		IV	0,31					0,38		0,061	[illegible]
y 68		V	-0,09				0,56			0,09	[illegible]
y 69	RADIAL-ULNAR	I	0,21	0,08			0,50			0,10	0,07
y 70		II	-,--							-,--	-,--
y 71		III	-,--							-,--	-,--
y 72		IV	0,71						0,44	0,08	0,07
y 73		V	-,--							-,--	-,--
y 74	LÄNGE	I	-0,32		0,10				0,71	0,20	0,11
y 75		II	0,45		0,07					0,12	0,09
y 76		III	0,30		0,08					0,14	0,11
y 77		IV	0,38		0,08					0,16	0,14
y 78		V	0,11		0,06				0,52	0,13	0,10
y 79	ENDPHALANGEN – GELENKKOPFDURCHMESSER – VOLAR-DORSAL	I	0,18	0,06				0,45		0,08	0,07
y 80		II	0,44					0,52		0,08	0,07
y 81		III	0,26						0,57	0,08	0,07
y 82		IV	0,33					0,63		0,09	0,08
y 83		V	0,30						0,33	0,073	0,064
y 84	RADIAL-ULNAR	I	-0,30	0,16		1,10				0,17	0,11
y 85		II	0,61	0,07						0,10	0,09
y 86		III	0,23		0,05					0,09	0,07
y 87		IV	0,61						0,53	0,10	0,06
y 89		V	0,44				0,65			0,09	[illegible]

Tabelle 4

Y	ZIELGR	DIG		HBR	HLA	KGR	DURCHMESSER OS METAC POLL GRUNDPHALANGEN VOLAR - DORSAL I	II	III	IV	V	RADIAL - ULNAR I	II	III	IV	V	DURCHMESSER PHALANX PROX POLL MITTELPHALANGEN VOLAR - DORSAL I	II	III	IV	V	RADIAL - ULNAR I	II	III	IV	V		
			Const.	x 1	x 2	x 3	x 4	x 5	x 6	x 7	x 8	x 9	x 10	x 11	x 12	x 13	x 14	x 15	x 16	x 17	x 18	x 19	x 20	x 21	x 22	x 23	I	II
y 24	LÄNGE	I	-2,07	0,11	0,11	0,02						1,13															0,35	0,10
y 25		II	0,20		0,20																						0,26	0,13
y 26		III	0,57		0,16																			0,79			0,26	0,15
y 27		IV	0,43		0,14																				1,18		0,26	0,18
y 28		V	-0,90		0,18						1,18																0,27	[illegible]
y 29	OS METACARPALE POLLICIS UND GRUNDPHALANGEN GELENKKOPFDURCHMESSER PROXIMAL VOLAR-DORSAL	I	0,65	0,14																							0,14	0,13
y 30		II	0,29	0,13																							0,10	0,08
y 31		III	0,63											0,61													0,09	0,08
y 32		IV	0,55	0,08																							0,08	0,07
y 33		V	0,73								0,53																0,08	[illegible]
y 34		I	0,10	0,22																							0,17	0,13
y 35		II	0,16	0,13									0,58														0,13	0,08
y 36		III	-0,002	0,13	0,04																						0,13	0,08
y 37		IV	0,62	0,13																							0,12	0,10
y 38		V	0,24		0,04											0,56											0,11	0,08
y 39	DISTAL VOLAR-DORSAL	I	0,53														1,30										0,19	0,17
y 40		II	0,02	0,06									0,31														0,07	0,05
y 41		III	0,02	0,06														0,41									0,06	0,05
y 42		IV	0,48																						0,34		0,07	0,06
y 43		V	0,25													0,47											0,07	[illegible]
y 44		I	0,14	0,13								0,48															0,15	0,12
y 45	RADIAL-ULNAR	II	0,09	0,10									0,41														0,09	0,06
y 46		III	0,54											0,70													0,10	0,08
y 47		IV	0,10																								0,10	0,09
y 48		V	0,48													0,62											0,09	[illegible]
y 49	LÄNGE	I	-0,23		0,17																						0,23	0,12
y 50		II	-0,42		0,15																						0,20	0,11
y 51		III	0,04		0,15																						0,21	0,11
y 52		IV	0,46		0,12																						0,25	0,21
y 53		V	-1,45		0,15						1,04																0,25	0,16
y 54	NGEN SAL	I	0,01		0,07																						0,12	0,10

y [illegible]	PHALANX PROXIMALIS POLLICIS UND MITTELPHALAN GELENKKOPFDURCHMESSER PROXIMAL	VOLAR-DOR:	II	-,--							-,--	-,--
y 56			III	0,02		0,03		0,36			0,08	0,06
y 57			IV	0,60	0,06						0,09	0,07
y 58			V	-,--							-,--	-,--
y 59		RADIAL-ULNAR	I	0,76						0,98	0,15	0,12
y 60			II	0,10	0,10			0,60			0,12	0,08
y 61			III	0,05		0,03		0,78			0,12	0,08
y 62			IV	0,90							0,10	0,09
y 63			V	-,--							-,--	-,--
y 64	DISTAL	VOLAR-DORSAL	I	0,08	0,10						0,09	0,07
y 65			II	-,--							-,--	-,--
y 66			III	-,--							-,--	-,--
y 67			IV	0,24	0,04						0,06	0,057
y 69			V	-0,005	0,07						0,09	0,08
y 70		RADIAL-ULNAR	I	0,45	0,12						0,10	0,08
y 71			II	-,--							-,--	-,--
y 72			III	-,--							-,--	-,--
y 73			IV	0,71							0,08	0,07
y 74			V	-,--						0,44	-,--	-,--
y 75	LÄNGE		I	-0,32		0,10				0,71	0,20	0,11
y 76			II	0,45		0,07					0,12	0,09
y 77			III	-,--							-,--	-,--
y 78			IV	0,38		0,08					0,16	0,14
y 79			V	0,46		0,07					0,13	0,10
y 79	ENDPHALANGEN GELENKKOPFDURCHMESSER	VOLAR-DORSAL	I	0,18	0,06				0,45		0,08	0,07
y 80			II	-,--							-,--	-,--
y 81			III	0,29				0,42			0,08	[illegible]
y 82			IV	0,06			0,004				0,09	0,08
y 83			V	-,--							-,--	-,--
y 84		RADIAL-ULNAR	I	-0,08	0,12					[illegible],75	0,17	[illegible]
y 85			II	0,61	0,07						0,10	[illegible]
y 86			III	0,23	0,05	0,05					0,09	[illegible]
y 87			IV	0,32		0,04					0,10	[illegible]
y 89			V	0,32			0,47	0,4[illegible]			0,09	[illegible]